ТЕЛЕСКОПЫ ТЕРА-50 РАДИАЦИОННЫХ ПИРОМЕТРОВ

Инструкция по монтажу и эксплуатации

ТЕЛЕСКОПЫ ТЕРА-50 РАДИАЦИОННЫХ ПИРОМЕТРОВ

Инструкция по монтажу и эксплуатации

I. НАЗНАЧЕНИЕ ПРИБОРА

Радиационный пирометр предназначен для бесконтактного измерения температур тел по их тепловому излучению. Пирометром можно измерять температуры объектов, имеющих достаточно большие излучающие поверхности, не экранированные сильно поглощающими лучистую энергию промежуточными средами.

Пирометр может быть использован в металлургической, машиностроительной, химической и других отраслях промышленности в качестве только измерительного или только регулирующего прибора. Пирометр обеспечивает надежное измерение температуры неподвижных или перемещающихся с небольшой скоростью объектов. Он может быть также использован для контроля температур при динамических процессах, когда изменение температур происходит не быстрее 100 град/сек.

Пирометр является стационарным прибором и жестко монтируется перед контролируемым объектом.

В зависимости от пределов измерения выпускаются четыре основных варианта пирометра, отличающихся один от другого параметрами телескопов ТЕРА-50, используемыми измерительными приборами и некоторыми конструктивными особенностями.

II. ТЕХНИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА

1. Радиационный пирометр предназначен для измерения температур в диапазоне 400—2500°С.

Таблица 1

ГРАДУИРОВОЧНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ТЕЛЕСКОПА ТЕРА-50

Температура излучателя, °С	РК-15		РС-20		РС-25	
	основная погрешность, ±°С	номин. значение напряжения на зажимах телескопа, мв	основная погрешность, ±°С	номин. значение напряжения на зажимах телескопа, мв	основная погрешность, ±°С	номин. значение напряжения на зажимах телескопа, мв
1	2	3	4	5	6	7
400	8	0,16				
500	8	0,41				
600	12	0,82				
700	12	1,57				
800	12	2,80				
900	12	4,60	12	2,32		
1000	12	7,08	12	3,82		
1100	15	10,35	15	5,98		

1	2	3	4	5	6	7
1200	15	14,55	15	8,90	15	3,08
1300	15	19,75	15	12,68	15	4,38
1400	15	26,10	15	17,54	15	6,06
1500	15	34,00	15	23,48	15	8,16
1600			20	30,70	20	10,78
1700			20	39,28	20	13,92
1800			20	49,35	20	17,64
1900			20	61,00	20	22,05
2000			20	75,00	20	27,10
2100					25	32,95
2200					25	39,55
2300					30	47,00
2400					30	55,35
2500					30	64,65

Таблица 2

Пределы измерения, отдельные конструктивные особенности телескопов ТЕРА-50, напряжения на их зажимах и обозначения градуировок вторичных приборов

Пределы измерения, °С	Обозначения градуировки телескопов ТЕРА-50 и потенциометров	Материал линзы	Компенсац. сопротивление, ом	Напряжение на зажимах телескопа, мв	Обозначения градуировки милливольтметров
400—1500	РК-15	Кварц	20	0,16—34,0	Р-2
900—2000	РС-20	К-8	20	2,32—75,0	Р-3
1200—2500	РС-25	К-8	15	3,08—64,65	Р-4

Примечание. Телескоп ТЕРА-50 гр. РК-15 работает с милливольтметром градуировки Р-2 только в диапазоне 700—1500°С.

2. Номинальные величины напряжений на зажимах и основная погрешность телескопов ТЕРА-50 при различных температурах излучателя в нормальных условиях должны соответствовать значениям, указанным в таблице 1.

Примечание. Нормальными условиями считаются: температура окружающего воздуха и корпуса телескопа 20±5°С, относительная влажность воздуха 60±20%, размер излучателя удовлетворяет номинальному показателю визирования.

3. Номинальный показатель визирования телескопа ТЕРА-50 — 1/20.

4. Максимальная допустимая температура корпуса телескопа не более 100°С.

5. Дополнительная погрешность телескопа, вызванная отклонением температуры его корпуса от 20±5°С, не превышает величин, указанных в таблице 3.

6. Время установления показаний телескопа не более 4 сек.

7. Габаритные размеры телескопа, мм:

диаметр	76
длина	170

8. Вес телескопа, кг 1,4

Таблица 3

Температура корпуса телескопа, °С	Дополнит. погрешность телескопа, ±°С
10	3,0
20	0,0
40	3,5
60	8,0
80	13.0
100	18,0

9. Габаритные размеры полного комплекта защитной арматуры, мм:

диаметр	350
длина	600

10. Вес полного комплекта защитной арматуры, кг 12

III. ПРИНЦИП ДЕЙСТВИЯ

Все тела, находящиеся при температуре, отличной от абсолютного нуля, излучают в пространство лучистую энергию. Однако различные тела при одинаковой температуре излучают неодинаковые количества энергии при прочих равных условиях. Это объясняется различным физическим состоянием их поверхности, степенью чистоты ее обработки, наличием на ней пленок и т. д.

Наибольшее количество энергии излучает так называемое абсолютно черное тело (а. ч. т.), обладающее максимально возможной лучеиспускательной способностью при данной температуре. Лучеиспускательные способности всех остальных тел меньше, чем а. ч. т.

Из законов излучения а. ч. т. известно, что суммарная энергетическая яркость однозначно определяется температурой а. ч. т. Таким образом, если измерить суммарную яркость а. ч. т., то можно определить его температуру.

Согласно закону Стефана-Больцмана суммарная энергетическая яркость

$$B = \sigma T^4,$$

где σ — константа, T — абсолютная температура.

На принципе измерения суммарной яркости и основано действие радиационного пирометра (рис. 1). Лучистый поток, испускаемый нагретым телом, концентрируется линзой объектива на термоприемник, который преобразует энергию излу-

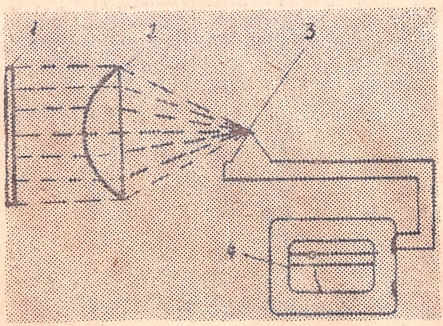

Рис. 1. Схема пирометра:
1 — нагретое тело; 2—линза объектива; 3 — термоприемник; 4 — вторичный прибор.

чения в электрическую. Электрический сигнал измеряется с помощью электроизмерительного прибора. При известных геометрических параметрах оптической системы, пропускании промежуточной среды, коэффициенте преобразования лучистой энергии в электрическую можно измерить энергетическую яркость и, следовательно, определить температуру нагретого тела.

Если поместить такой пирометр перед абсолютно черным телом и измерить величину электрических сигналов ($S_{эл.}$) при различных значениях температуры (температуру а. ч. т. можно контролировать, например, термопарой), т. е. найти зависимость $S_{эл.} = f(T)$, то в дальнейшем можно измерять этим пирометром температуры других а. ч. т., находящихся в одинаковых условиях по их излучению.

Однако если с помощью такого пирометра измерить энергетическую яркость реального излучателя и по найденной ранее зависимости $S_{эл.} = f(T)$ определить его температуру, то полученное значение будет отличаться от действительной температуры тела, в частности, будет меньше ее в степени, зависящей от того, насколько лучеиспускательная способность данного тела меньше лучеиспускательной способности а. ч. т.

Эта температура, в отличие от истинной, называется радиационной температурой. Между истинной и радиационной температурами существует следующее соотношение:

$$T = \frac{Tp}{\sqrt[4]{K}},$$

где T — истинная температура тела, Tp — его радиационная температура. K — коэффициент, показывающий насколько суммарная яркость данного тела меньше суммарной яркости а. ч. т. при одной и той же температуре T, т. е. $K \leqslant 1$.

Зная величину K для данного тела, можно по известной радиационной температуре определить его истинную.

Значения К для отдельных материалов вычислены достаточно точно, однако в подавляющем большинстве практических случаев величина К неизвестна. В этих случаях можно электрическим или оптическим путем ввести корректировку в показания пирометра по показаниям другого прибора, например, термопары.

Если навести телескоп на внутреннюю стенку промышленной или лабораторной печи (или на предметы, находящиеся внутри) через окно, значительно меньшее, чем размеры самой печи, то пирометр зафиксирует радиационную температуру, близкую к действительной. Это объясняется тем, что характер излучения, выходящего из большой равномерно нагретой полости через малое отверстие в ней, близок к характеру излучения абсолютно черного тела.

Точно так же пирометр будет показывать температуру, близкую к истинной, если телескоп свизировать на дно глухой визирной трубы, которая введена в контролируемую среду.

В качестве термоприемника в пирометре использована термобатарея, составленная из 10 хромель-копелевых термопар и имеющая вид «звездочки». Рабочие или «горячие» спаи имеют вид стрелок и обращены к центру, образуя активный участок, на который проектируется изображение нагретого тела. Для увеличения поглощения лучистой энергии поверхность стрелок термобатареи, обращенная к объекту измерения, зачернена.

Под действием тепла, излучаемого телом, «горячие» спаи термобатарей нагреваются и их температура становится выше температуры «холодных» концов. Возникающая при этом ЭДС измеряется электроизмерительным прибором (милливольтметром или потенциометром).

Здесь предполагается, что температура «холодных» концов термопар постоянна. На самом деле она зависит от температуры окружающей среды и, в частности, от температуры корпуса телескопа, в котором находится термобатарея. Если учесть, что градуировка пирометра производится при нормальной температуре 20±5°С, то отклонение температуры корпуса от нормальной вызовет значительные погрешности при измерении температуры объекта.

Чтобы свести эту погрешность до минимума, параллельно термобатарее включается сопротивление из медной проволоки, намотанной на корпус термобатареи. Это сопротивление подобрано таким образом, чтобы за счет изменения его проводимости при колебаниях температуры корпуса компенсиро-

валось изменение ЭДС, вызванное состоянием «холодных» концов термобатареи. При повышении температуры корпуса и, следовательно, «холодных» концов термобатареи ЭДС при том же потоке излучения уменьшится, но одновременно с этим увеличится сопротивление медного шунта и падение напряжения на нем увеличится. Происходит взаимная компенсация, благодаря чему телескоп пирометра может надежно работать при температурах корпуса до +100°С.

Поскольку пирометр измеряет температуру по величине суммарной энергетической яркости, очень существенным является вопрос о выборе размеров излучателя и расстояния до него.

Размеры излучателей и расстояния до них связываются соотношением, называемым показателем визирования. Показатель визирования есть отношение наибольшего диаметра, условно вписанного в поверхность излучателя круга, к расстоянию от линзы объектива до излучателя. Считается при этом, что поверхность нагретого тела нормальна к оптической оси телескопа.

Показатель визирования телескопов ТЕРА-50 нормирован при расстоянии от излучателя до объектива 1000 мм и равен 1/20. Это значит, что на расстоянии 1000 мм диаметр излучателя должен быть не менее 50 мм. Измерение температуры меньших объектов на расстоянии 1000 мм приведет к недопустимо высокой погрешности измерения.

Показатель визирования определяется конструкцией оптики и несколько меняется с расстоянием от объекта измерения до линзы объектива.

Влияние расстояния на показания пирометра определяется также состоянием промежуточной среды, ее поглощающей, рассеивающей, преломляющей и поляризующей способностями.

IV. ОПИСАНИЕ КОНСТРУКЦИИ ПИРОМЕТРА

Пирометр состоит из датчика-телескопа ТЕРА-50, преобразующего лучистую энергию в электрическую; измерительных приборов — пирометрического милливольтметра или электронного потенциометра, предназначенных для регистрации и автоматической записи температуры и выдачи команд на исполнительные механизмы системы автоматического регулирования; защитной арматуры, служащей для монтажа теле-

скопа на объекте и для защиты его от воздействия высоких окружающих температур, пламени, брызг металлов и жидкостей, пыли и т. д.; панели уравнительных и эквивалентного сопротивлений ПУЭС-64, предназначенной для согласования показаний телескопа ТЕРА-50 и измерительного прибора (милливольтметра); соединительной коробки КС-20.

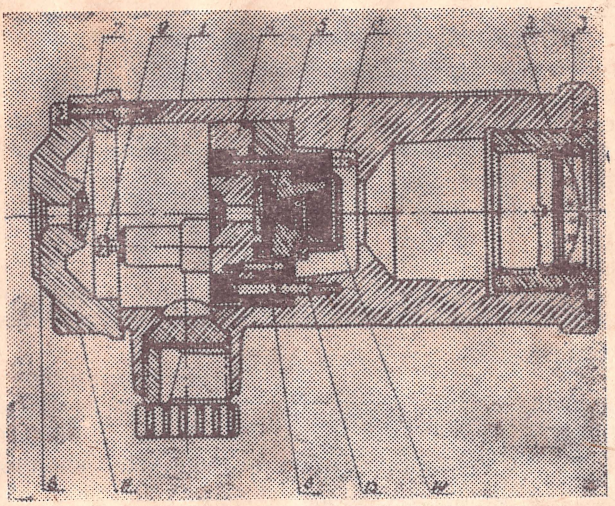

Рис. 2. Телескоп ТЕРА-50:

1 — корпус телескопа; 2 — оправа; 3—линза; 4—корпус термобатареи; 5—термобатарея; 6—компенсационное сопротивление; 7—окуляр; 8—защитное стекло; 9—контактный винт; 10 — диафрагма; 11 — крышка; 12 — трибка, 13 — винт.

1. Телескоп ТЕРА-50 (рис. 2) состоит из корпуса 1, в который вмонтированы оправа 2 с линзой 3, корпуса 4 с термобатареей 5, компенсационного сопротивления 6, линзы окуляра 7, защитного стекла 8, контактных винтов 9, диафрагмы 10 и крышки 11.

Оправа представляет собой втулку с резьбой и буртиком, ввинчиваемую в корпус телескопа. В оправе помещается плосковыпуклая линза, закрепленная между двумя резьбовыми кольцами. Линза концентрирует поток лучистой энергии, падающий от поверхности нагретого тела на термобатарею. Корпус термобатареи состоит из основания с укрепленной на

нем термобатареей и фланца с резьбовым выступом, на котором перемещается диафрагма.

Перемещение диафрагмы в определенных пределах вдоль оптической оси изменяет лучистый поток, падающий на термобатарею и, следовательно, — ЭДС телескопа. Это позволяет компенсировать некоторые различия в телескопах при их изготовлении и добиваться воспроизведения стандартной градуировочной кривой. Диафрагма на своей наружной поверхности имеет зубчатый венец, находящийся в постоянном зацеплении с трибкой 12, с помощью которой диафрагма перемещается вдоль резьбового выступа фланца. Вращение трибки производится вручную отверткой со стороны основания корпуса термобатареи, куда выходит ось трибки со шлицем. После поверки градуировки шлиц пломбируется.

Крепление корпуса с термобатареей к корпусу телескопа производится при помощи винтов 13.

Термобатарея телескопа состоит из 10 последовательно соединенных между собой миниатюрных хромель-копелевых термопар (рис. 3).

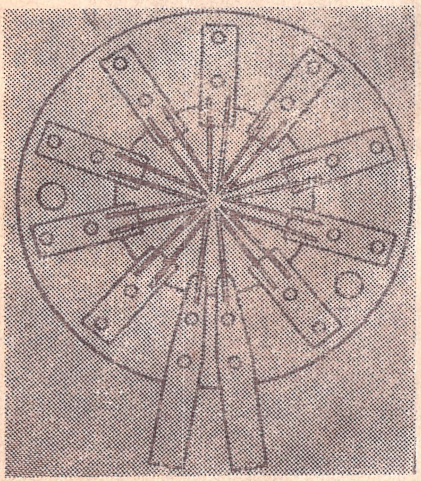

Рис. 3. Общий вид термобатареи.

Компенсационное сопротивление, шунтирующее термобатарею, наматывается из медной изолированной проволоки.

Линза окуляра, помещенная в крышке телескопа, представляет собой лупу для рассматривания поверхности нагретого тела с целью обеспечения правильной наводки на объект, температура которого измеряется, а также для периодических наблюдений за правильным положением телескопа относительно объекта. Для удобства контроля температур выше 1000°С в крышку телескопа вмонтировано цветное стекло.

Контактные винты служат для подключения проводов измерительной цепи. Корпус телескопа закрывается крышкой.

2. Панель уравнительных и эквивалентного сопротивлений ПУЭС-64 предназначена для искусственного доведения нагрузочных параметров линий и вторичных приборов (милливольтметров) до расчетного значения. Схема расположения элементов панели изображена на рис. 4.

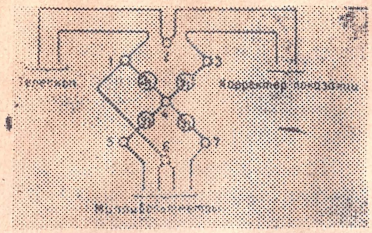

Рис. 4. Схема соединений панели ПУЭС-64.

Панель ПУЭС-64 представляет собой корпус, внутри которого расположены контактные колодки с одним эквивалентным ($Э_1$=205 ом) и тремя уравнительными сопротивлениями $У_3$=$У_2$=5 ом и $У_1$=10 ом. Подвод проводов к зажимам панели осуществляется через сальниковые выводы. Корпус панели закрывается крышкой с невыпадающими винтами (рис. 5).

3. Коробка КС-20 служит для удобства монтажа соединительных линий: телескоп — вторичный прибор и защитная заслонка — сигнальное устройство СУРП. Она представляет собой литой корпус с крышкой, в котором смонтированы контактные колодки. Подвод проводов к зажимам колодок осуществляется через сальниковые выводы. Габаритные и установочные размеры коробки КС-20 показаны на рис. 6.

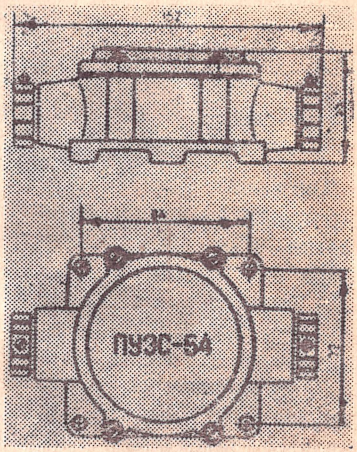

Рис. 5. Панель ПУЭС-64.

4. Защитная арматура применяется в тех случаях, когда необходимо предо-

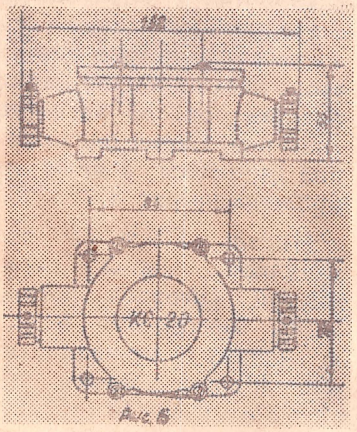

Рис. 6. Соединительная коробка КС-20.

хранить телескоп от действия высокой температуры, пыли, копоти, пламени, дыма и т. д. Наличие этих факторов может привести к большим погрешностям в измерении радиационной температуры.

Правильный выбор элементов защитной арматуры обеспечит правильное измерение радиационной температуры.

Для сопряжения друг с другом элементы защитной арматуры имеют с одной стороны цилиндрическое углубление, а с другой стороны — цилиндрический выступ ∅ 75 мм. Крепление элементов осуществляется болтами М8×25. Комплект элементов защитной арматуры представлен на рис. 7.

Державка (рис. 8) с регулируемым зажимом применяется для монтажа телескопа и элементов защитной арматуры. Она представляет собой фланец с цилиндрическим приливом сбоку для крепления **в регулируемом зажиме** (рис. 9), который позволяет жестко закрепить державку на стержне кронштейна ∅ 45—50 мм, установленном на печи, а также поворачивать державку вокруг стержня на любой угол.

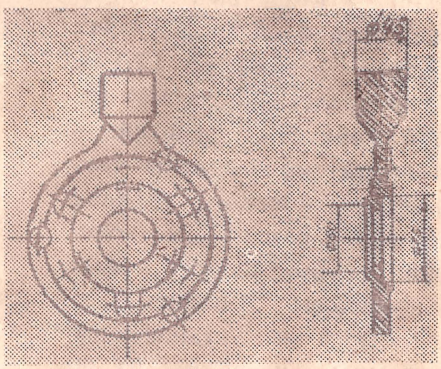

Рис. 8. Державка.

Кожух водяного охлаждения (рис. 10) защищает телескоп от механических повреждений и резких колебаний температуры окружающего возду-

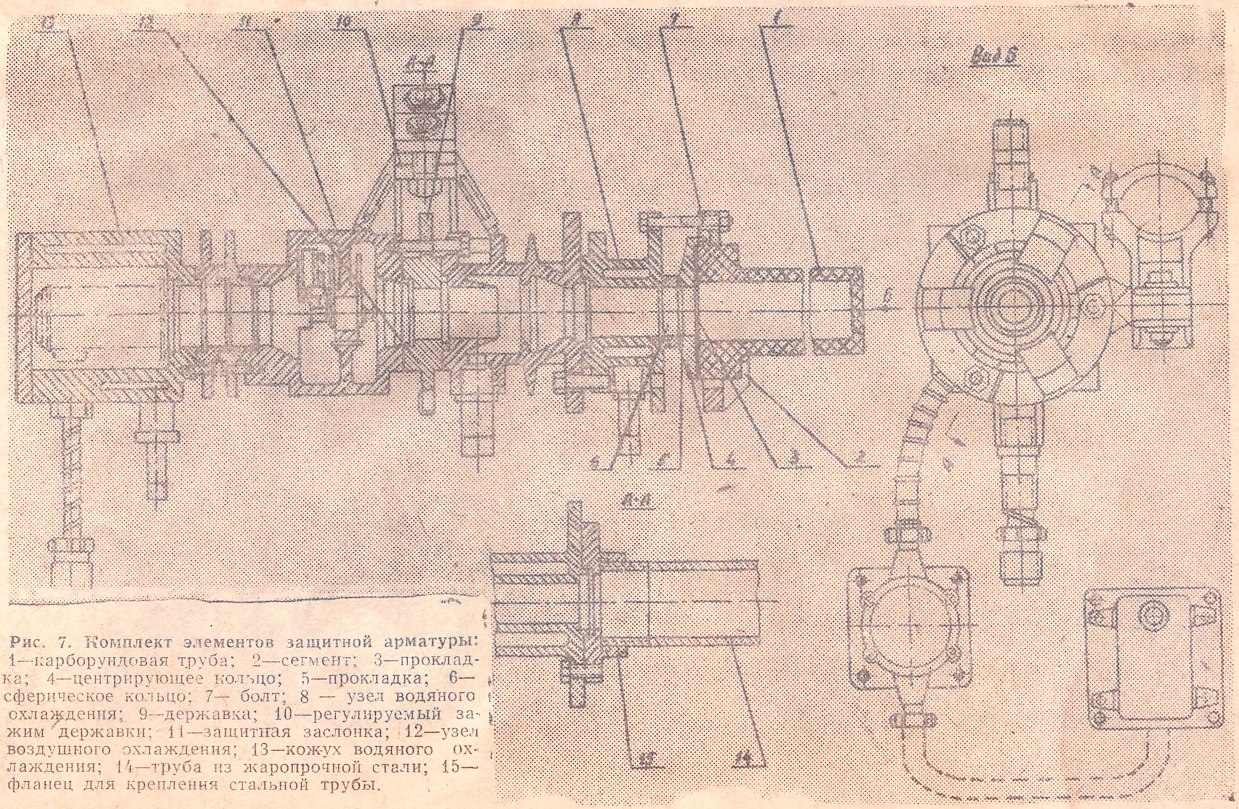

Рис. 7. Комплект элементов защитной арматуры: 1—карборундовая труба; 2—сегмент; 3—прокладка; 4—центрирующее кольцо; 5—прокладка; 6—сферическое кольцо; 7— болт; 8 — узел водяного охлаждения; 9—державка; 10—регулируемый зажим державки; 11—защитная заслонка; 12—узел воздушного охлаждения; 13—кожух водяного охлаждения; 14—труба из жаропрочной стали; 15—фланец для крепления стальной трубы.

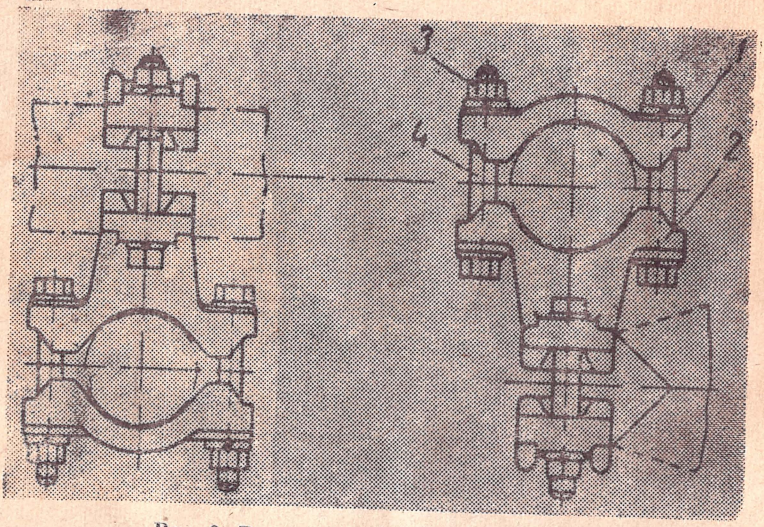

Рис. 9. Регулируемый зажим державки:
1 — крышка зажима; 2 — основание зажима; 3 — гайка; 4 — болт.

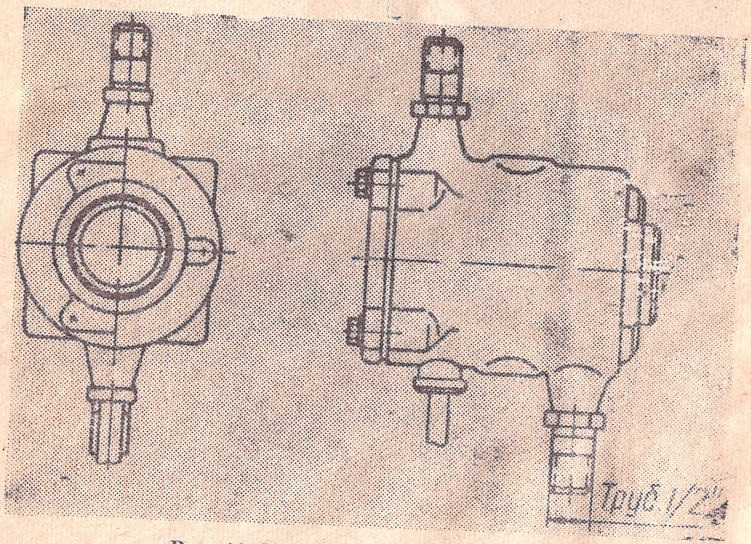

Рис. 10. Кожух водяного охлаждения.

ха. Кожух представляет собой металлический корпус с двойными стенками, охлаждаемыми водой. Телескоп крепится внутри кожуха с помощью фланца, трех винтов и прокладки, которые прикладываются к телескопу. Для подвода и отвода воды в кожухе имеются два штуцера (вода может быть заменена воздухом). Конструкция передней стенки кожуха позволяет присоединить к ней любой из элементов защитной арматуры, кроме защитной заслонки, которую можно соединить с кожухом с помощью державки.

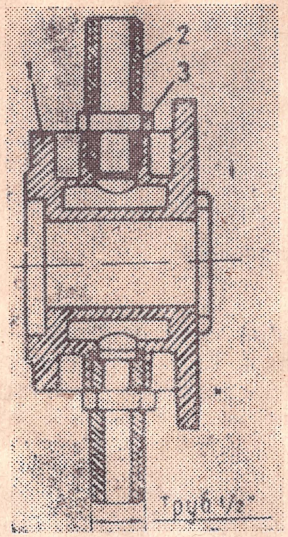

Рис. 11. Узел водяного охлаждения:
1 — корпус, 2 — штуцер; 3 — гайка.

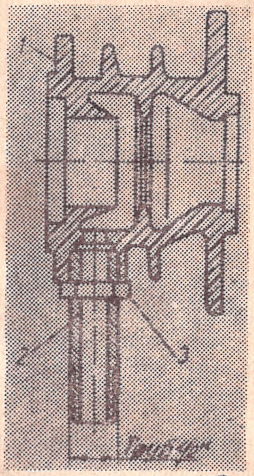

Рис. 12. Узел воздушного охлаждения:
1 — корпус; 2 — штуцер; 3 — гайка

Узел водяного охлаждения (рис. 11) применяется для предохранения телескопа от нагрева из-за теплопроводности элементов защитной арматуры. Он представляет собой металлический корпус с двойными стенками, между которыми циркулирует вода, подводимая через штуцеры.

Узел воздушного охлаждения (рис. 12) применяется при установке телескопов на печах с избыточным давлением среды для предохранения линзы телескопа от перегрева и за-

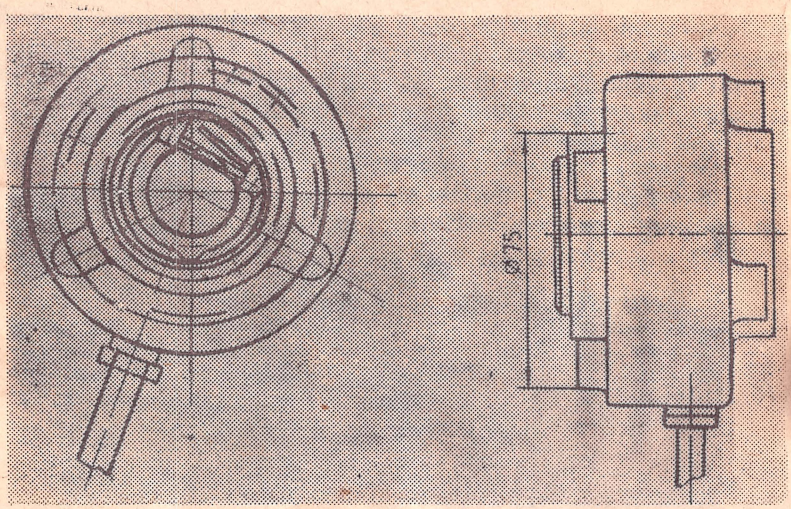

Рис. 13. Защитная заслонка

грязнения. Узел представляет собой металлический корпус, снабженный охлаждающими ребрами. Конструкция его обеспечивает охлаждение телескопа посредством естественной воздушной конвекции и путем продувки внутренней полости патрубка воздухом или газом.

Защитная заслонка (рис. 13) в комплекте с сигнальным устройством СУРП-55 предохраняет линзу телескопа от возможных выбросов пламени из печей. Она представляет собой корпус, внутри которого находятся автоматическая и ручная заслонки. Ручная заслонка располагается между автоматической заслонкой и печью.

Автоматическая заслонка удерживается в открытом положении плавким предохранителем, изготовленным из сплава (64% олова, 36% свинца). Температура плавления предохранителя 180°С. Если пламя создает опасные для линзы условия, предохранитель расплавится и заслонка закроется.

Ручной заслонкой пользуются для предохранения пирометриста от несчастного случая при замене перегоревших предохранителей.

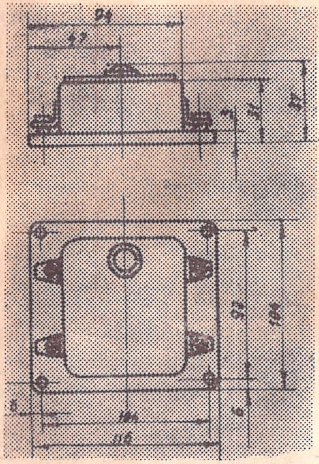

Рис. 14. Сигнальное устройство СУРП-55.

Сигнальное устройство СУРП-55 (рис. 14) представляет собой плату с крышкой, на которой смонтированы регулируемое сопротивление типа ПЭВ-25 и электрическая лампа (напряжение накала 6,3 в). Параллельно лампе включен предохранитель защитной заслонки, при расплавлении которого включается сигнальная лампа. Параллельно лампе могут быть подключены звонок или сирена. Питание СУРП-55 осуществляется от сети переменного тока напряжением 12,24 или 36 в. В зависимости от напряжения регулируемое сопротивление должно быть установлено в соответствующее положение (рис. 15). Сигнальное устройство СУРП-55 монтируется на стене.

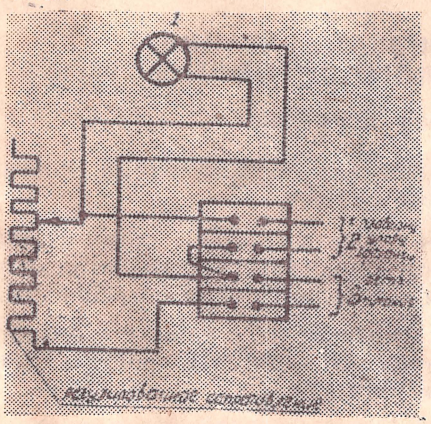

Рис. 15. Схема электрических соединений СУРП-55.

Напряжение сети питания	Установить регулируем. сопротивл.
~ 12 в	30 ом
~ 24 в	80 ом
~ 35 в	130 ом

Шарнирное устройство (рис. 16) представляет собой два фланца, имеющие общую ось. Фланцы имеют сквозные отверстия. Концентрично этим отверстиям на одном фланце расположен выступ, а на другом проточка. Это обеспечивает соосность присоеди-

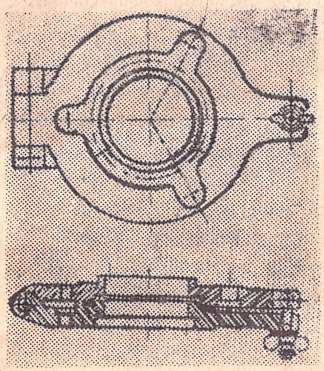

Рис. 16. Шарнирное устройство

пения элементов защитной арматуры и телескопа.

Шарнирное устройство обеспечивает удобный доступ к линзе телескопа для ее чистки и к предохранителю защитной заслонки для его замены, если телескоп работает в комплекте с заслонкой.

Провода от телескопа и защитной заслонки протягиваются через **гибкие металлические шланги,** заканчивающиеся с двух сторон гайками. При помощи этих гаек шланги с одной стороны соединяются с кожухом водяного охлаждения или непосредственно с телескопом, если он монтируется без кожуха, и корпусом защитной заслонки, а с другой — с соединительными коробками КС-20 (если радиационный пирометр работает в комплекте с автоматическим потенциометром) или с панелью ПУЭС-64 и соединительной коробкой КС-20 (если радиационный пирометр работает в комплекте с милливольтметром).

V. МОНТАЖ И ЭКСПЛУАТАЦИЯ РАДИАЦИОННОГО ПИРОМЕТРА

1. Монтаж телескопа

Для правильного монтажа телескопа необходимо соблюдать следующие обязательные условия:

а) поле зрения должно быть чистым. Дым, пламя и пыль между телескопом и объектом измерения совершенно недопустимы, так как они вызывают дополнительные погрешности;

б) телескоп необходимо монтировать в кожухе водяного охлаждения, если температура его корпуса в процессе эксплуатации может быть выше 100°С;

в) размеры излучателя, на который производится наводка телескопа, должны соответствовать данным таблицы 4;

г) наводка телескопа производится так, чтобы видимые через смотровой глазок лепестки термобатареи были целиком перекрыты изображением излучателя (рис. 17);

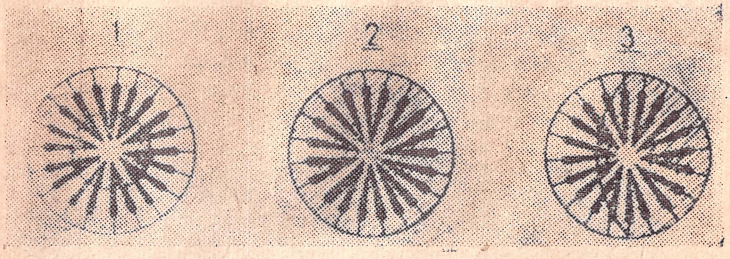

Рис. 17. Примеры взаимного расположения изображения излучателя и термобатареи:
1 — расстояние от телескопа до излучателя слишком велико; 2 — правильная установка телескопа; 3 — направление телескопа неправильно.

Таблица 4

Расстояние между излучателем и линзой объектива, мм	Диаметр излучателя, расположенного под прямым углом к линии зрения, мм
700	40
800	45
900	45
1000	50
1200	60
1500	75

д) крепление телескопа на рабочем месте должно быть надежным, чтобы наводка его не сбивалась;

е) для измерения температуры внутренних объемов, топок печей и т. п. при монтаже пирометра необходимо применять глухие или открытые визирные трубы, изготовленные из карборунда или жаропрочной стали. Визирную трубу заделывают в кладку печи так, чтобы ее глухой конец был расположен заподлицо с поверхностью внутренней стенки или свода печи. При медленном изменении температуры измеряемой среды конец трубы может выступать из стенки на 50 мм.

Следует помнить, что быстро сменяющийся режим в силу тепловой инерции трубы вызывает расхождение во времени между показаниями радиационного пирометра и действительными значениями измеряемых температур.

Трубы с открытым дном применяются для наводки телескопа на изделия, находящиеся в печи, или на стену печи.

Для измерения температур до 1300°С рекомендуются карборундовые трубы (рис. 18), изготовляемые из материала КА-3П ГОСТ 10153—62, до температур 1100°С — металлические трубы без дна (рис. 19), изготовляемые из стали Х25Т.

Визирные трубы с дном и без дна следует ремонтировать в стене до других элементов защитной арматуры.

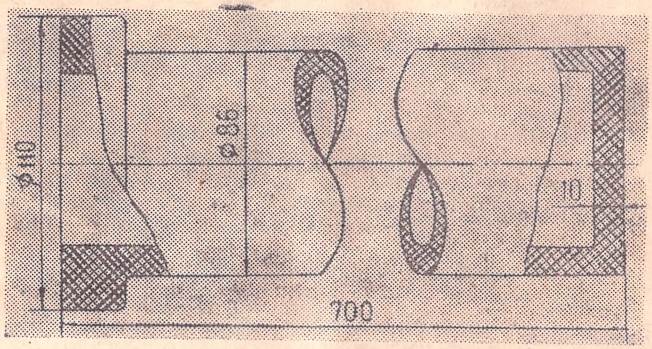

Рис. 18. Визирная труба из карборунда.

Прежде чем использовать визирную трубу (карборундовую или металлическую), ее необходимо подвергнуть прокаливанию при рабочей температуре, чтобы выгорели все находящиеся в трубе горючие вещества. В противном случае воз-

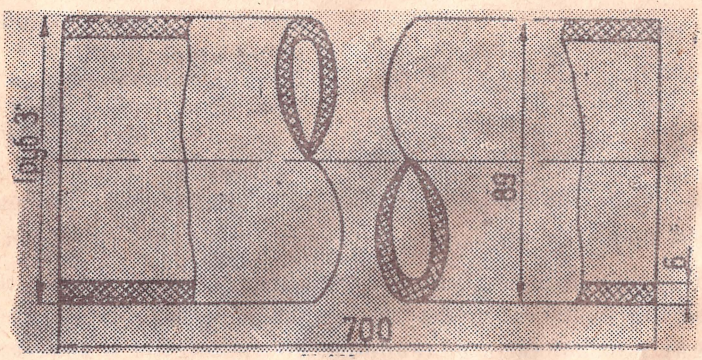

Рис. 19. Визирная труба из жаропрочной стали.

никающий при горении дым будет частично затемнять объект, и показания радиационного пирометра будут неправильными. Пример монтажа визирной трубы и радиационного пирометра представлен на рис. 20.

Следует заметить, что элементы защитной арматуры и визирные трубы поддерживаются только стенками печи. Дополнительная опора в подобных случаях не рекомендуется, так как вследствие возможного неоднородного расширения визирная труба может деформироваться.

Карборундовую трубу необходимо центрировать относительно телескопа ТЕРА-50.

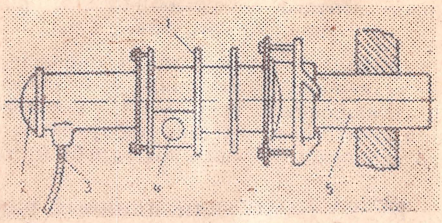

Рис. 20. Пирометр с визирной трубой:
1 — узел воздушного охлаждения; 2 — телескоп ТЕРА-50; 3 — гибкий металлический шланг; 4 — отверстие для подвода воздуха; 5 — визирная трубка в стенке печи.

Если операции по загрузке и разгрузке печи сопровождаются большими сотрясениями и ударами, целесообразно монтировать телескоп ТЕРА-50 так, как это указано на рис. 21.

Крепление металлических труб и совмещение их с элементами защитной арматуры достигаются при помощи фланцев, в которые трубы ввертываются на резьбе. Фланец крепится болтами к металлической арматуре печи.

При монтаже телескопа с глухой карборундовой трубой погрешность от неполноты излучения тел, температура которых измеряется, уменьшается за счет того, что визирная труба, на дно которой визируется телескоп, является в данном случае моделью а. ч. т.;

ж) кожух с водяным охлаждением монтируется с гибким металлическим шлангом (рукавом), внутри которого протягивают теплостойкий двужильный провод, присоединенный к зажимам телескопа, установленного в кожухе. С другой стороны металлический шланг ввертывается в корпус соедини-

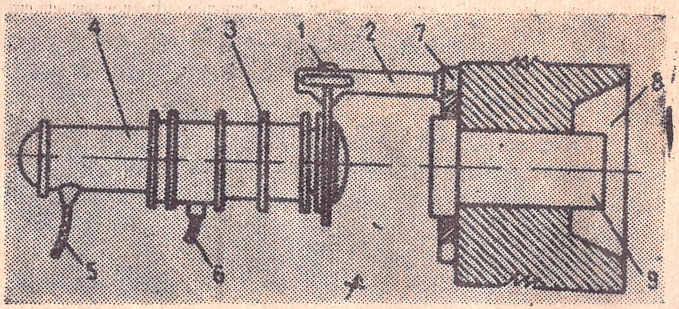

Рис. 21. Вариант монтажа телескопа ТЕРА-50 при наличии ударных нагрузок:

1 — державка и зажим; 2 — труба, приваренная к установочной плите; 3 — узел воздушного охлаждения; 4 — телескоп ТЕРА-50; 5 и 6 — гибкие металлические шланги; 7 — установочная плита; 8 — углубление в стенке печи для защиты трубы от повреждения во время загрузки печи; 9 — визирная труба в стенке печи.

тельной коробки КС-20 (если радиационный пирометр работает в комплекте с автоматическим потенциометром) или в корпус панели ПУЭС-64 (если радиационный пирометр работает в комплекте с пирометрическим милливольтметром).

К зажимам КС-20 или ПУЭС-64 присоединяются с одной стороны наружные концы теплостойкого провода в металлическом шланге, с другой стороны — провода линии, связывающей телескоп с вторичными приборами;

з) монтаж телескопа без кожуха с водяным охлаждением может быть осуществлен проводом, проложенным в гибком металлическом шланге;

и) защитная заслонка также монтируется с гибким металлическим шлангом, через который протягивают теплостойкий двужильный провод для подключения предохранителя, находящегося в заслонке, в схему сигнализации, смонтированную в СУРП-55. Монтаж производится через соединительную коробку КС-20, аналогично с монтажом соединительных линий, идущих от телескопа;

к) провода для соединительных линий должны быть медными в теплостойкой изоляции;

л) соединительные линии от двух коробок КС-20 или от ПУЭС-64 и КС-20 прокладываются в местах с постоянной

температурой в гибком металлическом шланге или газовых трубах.

2. Электрические схемы включения радиационного пирометра

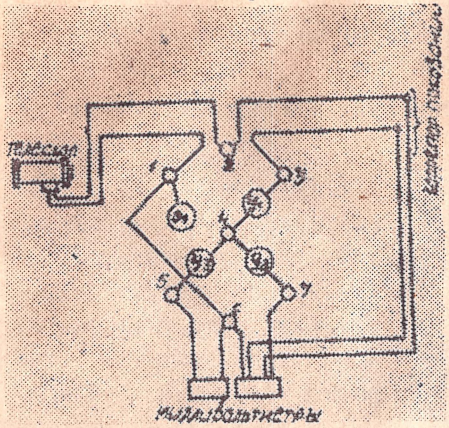

Рис. 22. Схема включения телескопа ТЕРА-50 с двумя милливольтметрами

Согласно ГОСТ 6923-61 телескопы ТЕРА-50 радиационных пирометров предназначены для работы:

а) с одним или двумя электронными потенциометрами;

б) с одним или двумя пирометрическими милливольтметрами и панелью уравнительных и эквивалентного сопротивлений ПУЭС-64.

Включение телескопа радиационного пирометра одновременно с электронным потенциометром и пирометрическим милливольтметром **недопустимо.**

Схема включения телескопа ТЕРА-50 и двух милливольтметров представлена на рис. 22. Эквивалентное сопротивление на панели ПУЭС-64 должно быть отключено. Схема включения телескопа ТЕРА-50 и одного милливольтметра представлена на рис. 23.

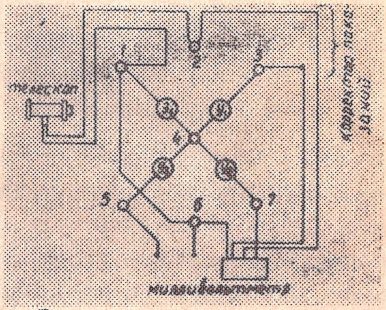

Рис. 23. Схема включения телескопа ТЕРА-50 с одним милливольтметром.

При необходимости контроля показаний двумя потенциометрами последние включаются параллельно телескопу при помощи соединительной коробки КС-20.

3. Подгонка сопротивлений линий до заданной величины

1. Сопротивление линии соединительных проводов от панели к каждому из милливольтметров должно быть по $5 \pm 0{,}1$ ом.

2. Суммарное сопротивление линии телескопа и линии корректора должно быть $10 \pm 0{,}1$ ом.

3. Подгонку линии к каждому милливольтметру ведут самостоятельно.

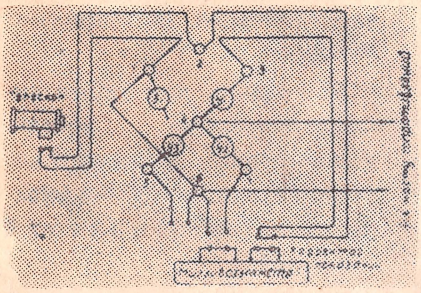

Рис. 24. Схема подгонки сопротивления линий телескопа и корректора показаний.

4. Подгонку линий телескопа и корректора показаний делают совместно при помощи одного уравнительного сопротивления $У_1$. Для этого следует закоротить зажимы телескопа и корректора показаний, отключить эквивалентное сопротивление $Э_1$ и вторичные приборы, замерить сопротивление у зажимов 4 и 6 (рис. 24) и с катушки $У_1$ смотать столько провода, чтобы сопротивление на зажимах 4 и 6 было равно $10 \pm 0{,}1$ ом.

5. Схема подгонки сопротивления линии панель ПУЭС-64 — милливольтметр представлена на рис. 25. Для этого надо закоротить милливольтметр у зажимов, отключить телескоп, корректор показаний, сопротивление $Э_1$, замерить сопротивление у зажимов 4 и 6 и с катушки $У_2$ смотать столько провода, чтобы сопротивление на зажимах 4 и 6 было равно $5 \pm 0{,}1$ ом.

6. Так же подгоняется сопротивление линии второго милливольтметра. В этом случае подгонка линии осуществляется изменением сопротивления $У_3$ при закороченных зажимах у второго милливольтметра.

7. Сопротивление линии к потенциометрам не подгоняется.

4. Корректирование показаний пирометрических милливольтметров и электронных потенциометров

В производственных условиях нередко приходится корректировать показания радиационного пирометра или термопар. Для этой цели в пирометрических милливольтметрах имеются корректоры показаний, изменяющие напряжение на выходных зажимах панели ПУЭС-64.

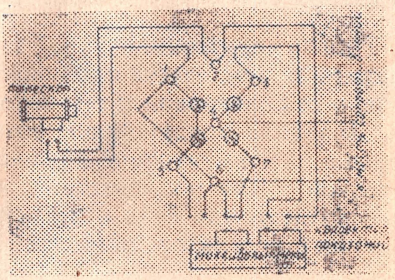

Рис. 25. Схема подгонки сопротивления линий панель ПУЭС-64 — милливольтметр.

При наличии в комплекте радиационного пирометра двух параллельно включенных милливольтметров корректирование показаний обоих приборов осуществляется с помощью корректора одного из милливольтметров, причем неиспользуемый корректор показаний второго милливольтметра должен быть полностью отключен от панели ПУЭС-64.

Одновременное параллельное включение двух корректоров недопустимо, так как может привести к ошибочным результатам измерений.

В электронных автоматических потенциометрах, предназначенных для работы в комплекте с телескопами ТЕРА-50, также имеются встроенные корректоры показаний, позволяющие воздействовать непосредственно на измеряемое напряжение автоматического потенциометра. Действие корректора показаний, встроенного в потенциометр, является чисто индивидуальным и не распространяется на второй параллельно включенный измерительный прибор.

5. Эксплуатация радиационного пирометра

Правильно смонтированный пирометр работает без перебоев. Уход сводится к проверке чистоты линз объектива, а также к проверке действия указателей измерительных приборов.

Оптику телескопов необходимо периодически очищать от загрязнения мягкой кисточкой и протирать замшей, смоченной спиртом. Особенно осторожно следует протирать линзы телескопа ТЕРА-50гр. Р-5, изготовленные из фтористого лития.

При использовании узла воздушного охлаждения надо следить за тем, чтобы продувочный воздух или газ был тщательно отфильтрован и его поток при продувке не прерывался. Давление продувочного воздуха или газа должно быть больше, чем избыточное давление в объеме, куда визируется телескоп. Для поддержания постоянного подпора продувочного воздуха или газа в магистральную линию необходимо включить регулятор давления.

Кожух и узел водяного охлаждения рассчитаны на гидравлическое давление не более 6 атм, при этом нижний предел давления должен обеспечивать расход воды, достаточный для предотвращения закипания.

Если радиационный пирометр работает в загрязненных и пыльных помещениях, защитную арматуру необходимо чистить не реже одного раза в 3 месяца.

При замене плавкого предохранителя новым следует перекрыть пространство между излучателем и телескопом ручной заслонкой, затем, поддерживая автоматическую заслонку в открытом состоянии, поставить новый плавкий предохранитель.

Телескоп закрепляется на защитной арматуре с помощью установочного кольца и трех болтов.

VI. КОМПЛЕКТНОСТЬ РАДИАЦИОННОГО ПИРОМЕТРА

Радиационный пирометр с телескопом ТЕРА-50 поставляется в комплектах согласно условиям заказа.

VII. УСЛОВИЯ ЗАКАЗА

Поставка радиационного пирометра с телескопом ТЕРА-50 осуществляется следующими комплектами, учитывающими различные условия эксплуатации прибора. Для эксплуатации при окружающей температуре, не превышающей +100°С:

Комплект № 0

Телескоп ТЕРА-50	— 1 шт.

Комплект № 1

Телескоп ТЕРА-50	— 1 шт.
Панель ПУЭС-64	— 1 шт.
Коробка соединительная КС-20	— 1 шт.
Гибкий металлический шланг	— 1 шт.

Комплект № 2

Телескоп ТЕРА-50	— 1 шт.
Панель ПУЭС-64	— 1 шт.
Коробка соединительная КС-20	— 1 шт.
Шарнирное устройство	— 1 шт.
Регулируемый зажим державки	— 1 шт.
Державка	— 1 шт.
Патрубок воздушного охлаждения	— 1 шт.
Гибкий металлический шланг	— 1 шт.

Комплект № 3

Телескоп ТЕРА-50	— 1 шт.
Панель ПУЭС-64	— 1 шт.
Коробка соединительная КС-20	— 2 шт.
Шарнирное устройство	— 1 шт.
Регулируемый зажим державки	— 1 шт.

Державка	— 1 шт.
Патрубок воздушного охлаждения	— 1 шт.
Защитная заслонка	— 1 шт.
Гибкий металлический шланг	— 2 шт.
Сигнальное устройство СУРП-55	— 1 шт.
Патрубок водяного охлаждения	— 1 шт.

Для эксплуатации при окружающей температуре выше +100°С.

Комплект № 4

Телескоп ТЕРА-50	— 1 шт.
Панель ПУЭС-64	— 1 шт.
Коробка соединительная КС-20	— 2 шт.
Шарнирное устройство	— 1 шт.
Регулируемый зажим державки	— 1 шт.
Державка	— 1 шт.
Патрубок воздушного охлаждения	— 1 шт.
Защитная заслонка	— 1 шт.
Гибкий металлический шланг	— 2 шт.
Сигнальное устройство СУРП-55	— 1 шт.
Патрубок водяного охлаждения	— 1 шт.
Кожух с водяным охлаждением	— 1 шт.

Примечания: 1. Согласно ГОСТ 6923—61 на телескопы радиационных пирометров телескопы ТЕРА-50 предназначены для работы:

а) с одним или двумя потенциометрами;

б) с одним или двумя милливольтметрами и панелью уравнительных и эквивалентного сопротивлений ПУЭС-64.

Включение телескопа радиационного пирометра одновременно с электронным потенциометром и пирометрическим милливольтметром **НЕДОПУСТИМО.**

Градуировочные характеристики вторичных приборов, работающих в комплекте ТЕРА-50, должны соответствовать ГОСТ 10627—63.

Вторичные приборы в комплекте с радиационным пирометром заводом не поставляются.

2. В зависимости от условий эксплуатации по отдельному заказу завод может поставлять визирные трубы, которые могут быть использованы для работы в комплекте № 3 и № 4 радиационного пирометра РАПИР.

Пример условий заказа радиационного пирометра

Радиационный пирометр с телескопом ТЕРА-50 гр. РС-20 или РК-15, РС-25, комплект № 3 (или № 0, № 1, № 2, № 4).

Пример условий заказа трубы и комплекта деталей для крепления

Визирная труба с дном — карборундовая (или без дна — стальная).

Примечание. Визирные трубы и комплект крепежных деталей к ним поставляются по отдельным заказам.

Таблица 5.

Градуировки, шкалы и типы измерительных приборов, с которыми может работать телескоп ТЕРА-50 радиационного пирометра

Градуировка телескопов ТЕРА-50	Градуировка измерительных приборов	Шкалы измерительных приборов, °С	Типы измерительных приборов
РК-15	РК-15	400—1000	ЭПП-16АМ3
	РК-15	400—1000	ЭПД-12, ЭПД-120
	РК-15	600—1200	ЭПП-16АМ2
	РК-15	600—1200	ЭПД-120, ЭПД-12
	РК-15	700—1400	ЭПП-16АМ2
	РК-15	700—1400	ЭПД-120, ЭПД-12
	Р-2	700—1500	МСЩР-010
РС-20	РС-20	900—1800	ЭПП-16АМ2
	РС-20	900—1800	ЭПД-120, ЭПД-12
	Р-3	800—1600	МСЩР-010
	Р-3	1000—1800	МСЩР-010

Градуировка телескопов ТЕРА-50	Градуировка измерительных приборов	Шкалы измерительных приборов, °С	Типы измерительных приборов
	РС-20	1100—2000	ЭПП-16АМ2
	РС-20	1100—2000	ЭПД-120, ЭПД-12
	Р-3	1000—1800	МСЩР-010
	Р-3	1200—2000	МСЩР-010
РС-25	РС-25	1100—2000	ЭПП-16АМ2
	РС-25	1100—2000	ЭПД-120, ЭПД-12
	РС-25	1400—2500	ЭПП-16АМ2
	РС-25	1400—2500	ЭПД-120, ЭПД-12
	Р-4	1200—2000	МСЩР-010
	Р-4	1400—2200	МСЩР-010
	Р-4	1400—2200	МСЩР-010
	Р-4	1600—2500	МСЩР-010
Р-5	Р-5	100—500	ЭПП-17М2

VIII. ВОЗМОЖНЫЕ НЕИСПРАВНОСТИ И СПОСОБЫ ИХ УСТРАНЕНИЯ

Неисправность	Возможная причина	Способ устранения
1	2	3
Указатель измерительного прибора отклонился влево за нуль условной шкалы	Перепутана полярность подключения телескопа или прибора к панели	Переключить выводы телескопа или прибора на панели
Показания прибора резко отличаются от температуры объекта	а) наводка телескопа неправильная, лепестки термобатареи не перекрыты изображением объекта (рис. 17)	Отрегулировать положение телескопа относительно объекта
	б) пирометр измеряет не температуру объекта, а температуру внут-	Вмонтировать в кладку агрегата визирную трубу с закрытым дном

1	2	3
	реннего объема печи или пламени	
	в) не откорректировано положение указателя, соответствующее выключенному состоянию прибора	Отключить телескоп и откорректировать положение указателя
	г) загрязнена линза объектива	Очистить линзу от грязи, монтировать телескоп с узлом воздушного охлаждения с обязательной подачей через него чистого воздуха или газа.
	д) не соблюдено отношение размеров объекта к расстоянию до линзы телескопа (см. таблицу 4)	Установить телескоп в соответствии с размером излучателя
	е) неправильно подогнано сопротивление линий соединительных проводов	Подогнать сопротивление линий соединительных проводов (см. раздел «Подгонка сопротивлений линий до заданной величины»)
	ж) повреждена чернь термобатареи телескопа	Приборы подлежат возврату на завод-изготовитель, если не истек гарантийный срок. По истечении гарантийного срока приборы подлежат ремонту и последующей проверке.
	з) нарушена градуировка измерительного прибора	Отключить прибор от панели, откорректировать положение показателя прибора и проверить его на потенциометре. Если показания измерительного прибора не совпадают с данными градуировочных таблиц, а гарантийный срок эксплуатации прибора не

1	2	3
		истек, прибор следует возвратить заводу-изготовителю, по истечении же гарантийного срока измерительный прибор должен быть подвергнут ремонту
	и) температура корпуса выше 100°С	Измерить температуру корпуса. Если она будет выше 100°С, то поместить телескоп в защитный кожух с обязательной подачей в него проточной воды, охлаждающего воздуха или газа.
Измерительный прибор при правильной наводке телескопа на измеряемый объект не дает показаний по шкале прибора.	а) не снят арретир прибора	Снять арретир
	б) обрыв или короткое замыкание в линии соединительных проводов	Измерить сопротивление линии с учетом сопротивления уравнительной катушки панели ПУЭС-64, для чего закоротить проверяемую линию при отключенных измерительных приборах. Сопротивление должно быть равно 5 ом. При обрыве величина сопротивления линии не будет замерена прибором. Устранить замыкание или обрыв
	в) обрыв во внутренней схеме телескопа или во внутренней цепи измерительного прибора	Приборы подлежат возврату на завод-изготовитель, если не истек гарантийный срок. По истечении гарантийного срока приборы подлежат ремонту и последующей проверке

СОДЕРЖАНИЕ

I. Назначение прибора 3
II. Техническая характеристика 3
III. Принцип действия 7
IV. Описание конструкции пирометра 10
V. Монтаж и эксплуатация радиационного пирометра . . . 20
VI. Комплектность радиационного пирометра 28
VII. Условия заказа 28
VIII. Возможные неисправности и способы их устранения . . . 32

Хмельницкое областное управление по печати.
Изд. № 43-Т. Тираж 6000. Зак. 2170. 1971 г.

Каменец-Подольская городская типография.

ВЫПУСКНОЙ АТТЕСТАТ

НА ТЕЛЕСКОП ТЕРА-50
РАДИАЦИОННОГО ПИРОМЕТРА

I. НАЗНАЧЕНИЕ

Телескопы ТЕРА-50 предназначены для измерения радиационной температуры поверхности нагретых тел от 400 до 2500°С.

II. ОСНОВНЫЕ ТЕХНИЧЕСКИЕ ДАННЫЕ

Поставляемый комплект телескопа ТЕРА-50 радиационного пирометра № 2

Градуировка телескопа ТЕРА-50 РК-15

Заводской № телескопа ТЕРА-50 649

и дата выпуска 12.5.72 г

Основная погрешность телескопа ТЕРА-50 при соблюдении правил эксплуатации и монтажа не превышает значений, указанных в таблице.

Обозначение градуировки	Предел измерений, °С	Диапазон температуры, °С	Основная погрешность, ± °С
РК-15	400—1500	400—4000	12
		600—1200	15
		700—1500	15

Обозначение градуировки	Предел измерений, °С	Диапазон температуры, °С	Основная погрешность, ± °С
		900 - 1800	20
РС-20	900—2000	1100 - 2000	20
РС-25	1200—2500	1200 - 2500	30

III. ГАРАНТИИ

Завод-изготовитель гарантирует безотказную работу телескопа ТЕРА-50 в течение 18 месяцев со дня пуска в эксплуатацию, но не более 24 месяцев со дня отгрузки потребителю при условии соблюдения правил транспортировки, хранения и эксплуатации.

Завод-изготовитель гарантирует безотказную работу всех элементов защитной арматуры и панели ПУЭС-64 в течение 18 месяцев со дня пуска в эксплуатацию, но не более 24 месяцев со дня отгрузки потребителю при условии соблюдения правил транспортировки, хранения и эксплуатации.

В течение указанного срока завод обязуется безвозмездно ремонтировать или заменять отдельные узлы, если причиной выхода из строя будут дефекты, связанные с недоброкачественным изготовлением. Завод не принимает от потребителей претензии на телескопы ТЕРА-50 с нарушенным заводским клеймом.

В случае отказа в работе отдельных узлов радиационного пирометра в течение гарантийного срока составляется акт (если это телескоп — необходимо указать его номер и дату выпуска) с указанием даты выявления и характера неисправности. Два экземпляра акта высылаются в ОТК завода-изготовителя.

IV. КОМПЛЕКТНОСТЬ

Телескоп ТЕРА-50 радиационного пирометра поставляется в комплектах, согласно условиям заказа, оговоренным в инструкции по монтажу и эксплуатации.

Техническая документация

К радиационному пирометру прикладывается инструкция по монтажу и эксплуатации и выпускной аттестат.

V. РЕЗУЛЬТАТЫ ПРОВЕРКИ

Телескоп ТЕРА-50 удовлетворяет ГОСТ 6923—68, техническим условиям завода-изготовителя

ОТК

Дата выпуска «12» ...мая 197 2г.

Телескоп ТЕРА-50 радиационного пирометра внесен в государственный реестр за № ..... и допущен к выпуску в обращение.

Контроль над производством осуществляется Каменец-Подольской лабораторией государственного надзора за стандартами и измерительной техникой.